

Evaluasi Toleransi Plasma Nutfah Padi terhadap P Rendah di Tanah Sawah

Abd. Aziz Syarif¹, Didy Sopandic², M.A. Chozin², K. Idris², dan Suwarno³

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat, Jl. Raya Padang Solok Km 40, Sukarami 27366

Telp. (0755) 21054, 31122; Faks. (0755) 31138, E-mail: abd.azizsyarif@yahoo.co.id

²Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor

³Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jl. Raya 9, Sukamandi-Subang 41256

Telp. (0260) 520157; Faks. (0260) 520158

Diajukan: 15 Desember 2009; Diterima: 10 Februari 2010

ABSTRACT

Evaluation of Rice Germplasm for Tolerance to Low P on Paddy Field. A field experiment was conducted to assess genotypic variability of tolerance and to identify tolerant genotypes to low phosphorus (P) among rice germplasm on lowland (paddy) rice field with low available and potential P using strip plot design with three replications. P fertilization (with and without added P) was assigned as horizontal factor and 120 rice plant genotypes as vertical factor. Data on plant height, tiller number, and shoot dryweight were collected. Low P tolerance was judged by relative value i.e. observation value at the plot without P treatment divided by the value at the plot with P treatment. The judgement was determined based on IRRI standard. Shoot P uptake of five tolerant and five sensitive genotypes on no added P treatment was also observed. The results showed that the germplasm exhibited phenotypic and genotypic variability of low P tolerance. The highest genotypic variability of tolerance was shown by the value based on relative tillering number (28.7%), followed by that of relative shoot dryweight (22.6%) and relative plant height (7.6%). The highest broadsense heritability of tolerance was shown by the value based on relative tiller number (24.1%), followed by that of relative plant height (16.6%) and relative shoot dry weight (15.0%) Fourteen genotypes were identified as highly tolerant based on relative tiller number and 28 genotypes based on relative shoot dryweight. The tolerance of genotype was attained by higher P uptake and higher internal use efficiency.

Keywords: Rice, germplasm, low phosphorus, tolerance.

ABSTRAK

Percobaan lapang ini bertujuan untuk mengetahui keragaman toleransi plasma nutfah padi dan mengidentifikasi genotipe yang toleran terhadap kandungan hara P rendah. Percobaan dilaksanakan di tanah sawah Podzolik Merah Kuning dengan P tersedia dan P potensial rendah di Desa Sipak, Jasinga, Bogor. Rancangan percobaan yang digunakan adalah petak berbaris (strip plot) dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas pemupukan P (tanpa dan dengan pemupukan) sebagai faktor horizontal dan plasma nutfah padi (120 genotipe) sebagai faktor vertikal. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jum-

lah anakan, dan bobot kering tajuk. Toleransi genotipe ditetapkan berdasarkan nilai relatif, yakni nilai pengamatan pada perlakuan tanpa pupuk dibagi dengan nilai pengamatan pada perlakuan dengan pupuk, dengan interval mengacu pada interval toleransi terhadap defisiensi P dari IRRI. Di samping itu, juga diamati serapan P tajuk pada lima genotipe toleransi dan rentan pada perlakuan tanpa pupuk P. Terdapat keragaman fenotipik dan genotipik toleransi di antara genotipe yang diuji. Toleransi berdasarkan jumlah anakan relatif menunjukkan keragaman genotipik tertinggi (28,7%), disusul oleh toleransi berdasarkan bobot kering relatif (22,6%), dan toleransi berdasarkan tinggi tanaman relatif (7,6%). Heritabilitas tertinggi dalam arti luas juga ditunjukkan oleh peubah toleransi berdasarkan jumlah anakan (24,1%) disusul oleh toleransi berdasarkan tinggi tanaman (16,6%), dan bobot kering tajuk 15,0%). Teridentifikasi sebanyak 14 genotipe sangat toleran berdasarkan bobot kering tajuk relatif dan 28 genotipe berdasarkan jumlah anakan relatif. Analisis kandungan P jaringan tanaman menunjukkan bahwa toleransi di lapang disebabkan oleh tingginya serapan P dan efisiensi penggunaan internal pada kondisi rendah P.

Kata kunci: Padi, plasma nutfah, kahat P, toleransi.

PENDAHULUAN

Defisiensi P termasuk faktor pembatas utama hasil padi pada tanah Ultisols, Oxisols, sulfat masam, Andosols, dan Vertisols (Ponnamperuma, 1981). Tanah-tanah ini tidak hanya berkadar P tersedia rendah, tetapi juga memfiksasi sebagian hara P dari pupuk yang diberikan, sehingga dibutuhkan banyak pupuk P untuk memenuhi kebutuhan hara.

Defisiensi P dapat dikendalikan dengan berbagai cara. Salah satu pendekatan yang efisien dan ekonomis adalah melalui pemuliaan atau perakitan varietas yang dapat tumbuh dan menghasilkan pada tanah yang mengalami defisiensi (kahat) P (Ahloowalia *et al.*, 1994). Penapisan plasma nutfah adalah kegiatan untuk mengevaluasi keragaman sifat yang dikehendaki dan mengidentifikasi genotipe yang adaptif pada tanah yang mengalami defisiensi

P. Kegiatan ini merupakan langkah pertama dalam perakitan varietas padi toleran kahat P.

Evaluasi dan seleksi toleransi tanaman terhadap defisiensi hara mineral biasanya dilakukan di lapang yang tanahnya telah diketahui defisien terhadap hara tertentu (Blum, 1988). Untuk menyeleksi genotipe yang toleran terhadap kahat hara tertentu, maka evaluasi dilakukan melalui percobaan faktorial dua faktor, yaitu faktor genotipe dan kondisi hara (kahat dan cukup). Kondisi cukup hara didapatkan melalui koreksi defisiensi dengan penambahan hara.

Koleksi plasma nutfah tidak banyak gunanya bagi pemulia jika tidak dievaluasi atau dikarakterisasi sifat-sifatnya (Hawkes, 1981). Evaluasi terhadap koleksi plasma nutfah padi (terutama varietas lokal Indonesia) untuk toleran terhadap defisiensi P masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk melihat keragaman toleransi plasma nutfah padi terutama varietas lokal terhadap kahat P pada tanah sawah dan mengidentifikasi genotipe yang membawa sifat-sifat toleran.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan pada tanah sawah yang mengalami defisiensi P di Desa Sipak, Kecamatan Jasinga (Bogor) dengan jenis tanah Podzolik Merah Kuning. Tanah tersebut bereaksi masam ($\text{pH H}_2\text{O} = 4,6$), P tersedia dan P potensial sangat rendah ($\text{P Bray I} = 0,13 \text{ ppm}$ dan $\text{P HCl } 25\% = 32,31 \text{ ppm}$), daya serap P tinggi (serapan maksimum Langmuir = $520,18 \text{ ppm}$), yang didominasi oleh Fe-P, disusul Al-P dan Ca-P, berturut-turut dengan nilai 36,68; 3,49; dan 2,65 ppm.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah petak berbaris (strip plot) dengan tiga ulangan. Petak horizontal terdiri atas dua tingkat pemupukan P dan petak vertikalnya terdiri atas 120 genotipe padi varietas lokal dari berbagai daerah, varietas unggul, galur padi tipe baru, dan kerabat liar padi. Perlakuan pemupukan P yang digunakan adalah tanpa pupuk dan pupuk P berdasarkan kebutuhan untuk mencapai kadar P larutan optimal bagi tanaman padi (kebutuhan P eksternal). Kebutuhan P eksternal diduga melalui kurva erapan P yang didapatkan menurut prosedur Fox dan Kamprath (Wijaya-Adhi

dan Sudjadi, 1987). Pada penelitian ini kebutuhan P eksternal tanah adalah $191,04 \text{ ppm}$.

Bibit berumur 14 hari ditanam pada petak yang terdiri atas satu baris tanaman sepanjang 1 m dengan jarak tanam $25 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$, satu bibit/rumpun. Pupuk dasar yang diberikan adalah 90 kg N/ha (200 kg urea/ha) dan $120 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$ (200 kg KCl/ha). Pupuk urea diberikan dua kali, yakni pada umur satu minggu dan tiga minggu, masing-masing setengah bagian. Pupuk P dan K diberikan seluruhnya satu minggu setelah tanam. Pengendalian terhadap hama, penyakit dan gulma dilakukan menurut rekomendasi.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah anakan, tinggi tanaman, dan bobot kering tajuk pada satu rumpun tanaman di tengah barisan pada saat tanaman berumur delapan minggu setelah tanam. Kriteria toleransi genotipe terhadap kahat P yang digunakan adalah nilai relatif dari jumlah anakan, bobot kering tajuk, dan tinggi tanaman, yakni perbandingan antara nilai pengamatan pada perlakuan tanpa pupuk P dengan nilai pengamatan pada perlakuan dengan pupuk P. Pengelompokan toleransi mengacu pada kriteria yang digunakan IRRI (1996), yakni sangat toleran (nilai relatif 80-100%), toleran (60-79%), agak rentan (40-59%), rentan (20-39%), dan sangat rentan (0-19%). Anakan yang dihitung adalah yang mempunyai minimal dua daun yang telah berkembang sempurna. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ke ujung daun tertinggi. Bobot kering ditentukan dengan menimbang tajuk tanaman yang dipanen, mulai dari dasar tanaman (permukaan tanah) dan dikeringkan dengan oven (70°C) selama 48 jam.

Penghitungan ragam serta koefisien ragam genotipik dan fenotipik, dan nilai Heritabilitas (arti luas) dari peubah toleransi genotipe mengacu kepada Singh dan Chaudhary (1977);

$$RG = \frac{KTG-KTA}{r}$$

RG = ragam genotipik, KTG = kuadrat tengah genotipik, KTA = kuadrat tengah acak, r = ulangan

$$RP = RG + KTA$$

RP = ragam fenotipik, RG = ragam genotipik, KTA = kuadrat tengah acak

$$KRG = \frac{\sqrt{RG}}{RU} \times 100\%$$

KRG = koefisien ragam genotipik, RG = ragam genotipik, RU = rata-rata umum

$$KRP = \frac{\sqrt{RP}}{RU} \times 100\%$$

KRP = koefisien ragam fenotipik, RG = ragam fenotipik, RU = rata-rata umum.

Di samping itu, juga dihitung nisbah efisiensi P (NEP) dan efisiensi penggunaan P (EPP). NEP adalah bobot kering tanaman per mg serapan P, dan EPP adalah bobot kering tanaman per konsentrasi P tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendugaan kebutuhan P eksternal melalui kurva semi log erapan memberikan nilai 191,04 ppm, yang dibulatkan menjadi 200 ppm P atau setara dengan 2.544 kg SP36/ha. Dosis pemupukan P ini sangat tinggi dibandingkan dengan dosis rekomendasi umum untuk tanah sawah. Pemberian pupuk P berdasarkan kebutuhan eksternal memang membutuhkan dosis yang tinggi. Hasil penelitian Kasno *et al.* (1999) menunjukkan bahwa dosis pupuk P untuk memenuhi kebutuhan eksternal 0,02

ppm P dalam larutan tanah di lahan sawah bukaan baru lebih tinggi, yakni 2.834 kg SP36/ha. Penggunaan dosis ini untuk menjamin pemenuhan kebutuhan pupuk yang optimal bagi tanaman.

Pengaruh Pemupukan P terhadap Pertumbuhan Tanaman

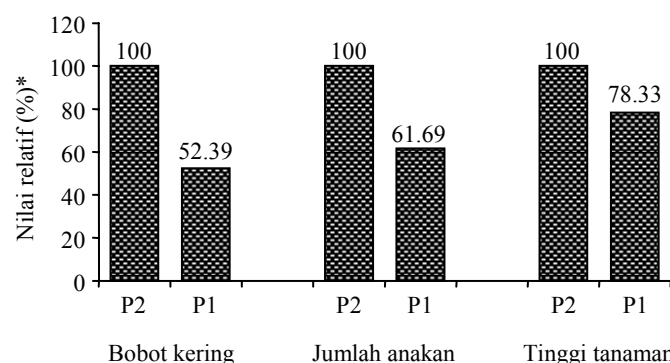
Pemberian P berpengaruh nyata dan sangat nyata terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah anakan/rumpun, dan bobot kering tajuk/rumpun) (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa tempat penelitian ini kekurangan P, suatu kondisi yang sesuai untuk penapisan toleransi genotipe padi terhadap P rendah.

Perbedaan nyata pertumbuhan tanaman padi merupakan akibat dari pemberian P pada tanah sawah berstatus P rendah, gejala yang umum dijumpai pada sebagian besar lahan sawah intensifikasi (Nurjaya *et al.*, 1993). Namun, tingkat pengaruh P tidak sama pada ketiga peubah yang diamati. Berdasarkan perbedaan nilai relatif pengamatan pada perlakuan dengan pemupukan dan tanpa pemupukan terlihat pengaruh pemberian P lebih besar pada bobot kering tajuk, disusul oleh jumlah anakan dan

Tabel 1. Kuadrat tengah pengaruh dosis P terhadap pertumbuhan 120 genotipe padi dengan dua dosis pemupukan di tanah sawah.

Sumber keragaman	Kuadrat tengah		
	Tinggi tanaman	Jumlah anakan/rumpun	BK tajuk/rumpun
Dosis P (P)	75522,5*	7847,4*	55807,8**
Genotipe (G)	829,9**	224,9**	661,6**
G x P	129,9**	26,5*	114,8 ^{tn}

^{tn} * ** = tidak nyata, nyata, sangat nyata dengan uji F.



Gambar 1. Pengaruh pemberian P terhadap pertumbuhan tanaman padi pada tanah sawah 8 MST. Rata-rata dari 120 genotipe, tiga ulangan, P1 = tanpa pemberian P, P2 = pemberian sesuai kebutuhan eksternal. * nilai pada P1/P2, P2 = 100%.

tinggi tanaman dengan penurunan berturut-turut 47,6; 38,3; dan 21,7% (Gambar 1). Fageria *et al.* (1988) juga menemukan bahwa bobot kering tajuk merupakan peubah pertumbuhan tanaman padi yang paling rentan terhadap defisiensi P dan menyarankan untuk digunakan sebagai kriteria dalam seleksi toleransi tanaman terhadap defisiensi P.

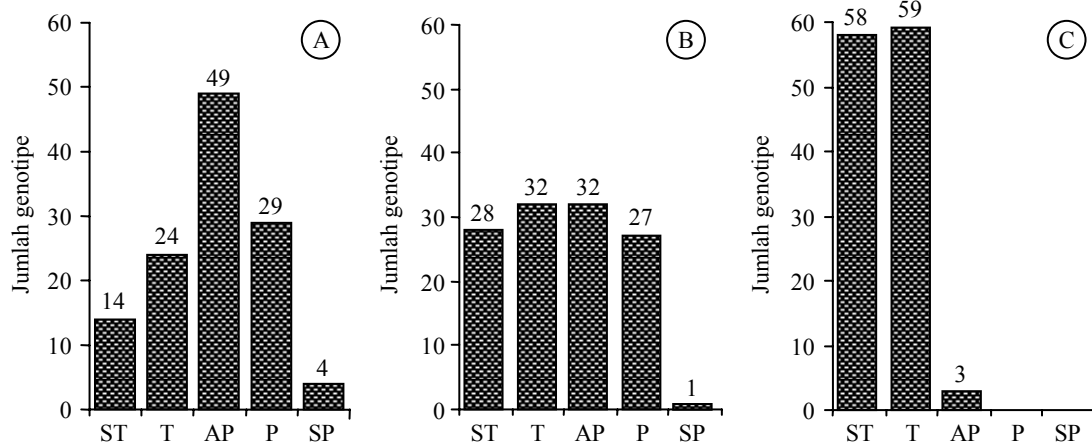
Interaksi yang sangat nyata dan nyata antara dosis P dan genotipe pada peubah tinggi tanaman dan jumlah anakan menunjukkan perbedaan tanggap di antara genotipe terhadap perbedaan status hara P. Berbeda dengan kedua peubah ini, bobot kering tajuk tanaman tidak memperlihatkan interaksi nyata antara genotipe dan dosis P. Artinya, tidak terdapat perbedaan tanggap genotipe dari segi bobot kering tajuk terhadap perbedaan status hara P tanah. Berdasarkan hal ini, pendugaan toleransi terhadap P rendah lebih disarankan menggunakan parameter jumlah anakan. IRRI (1996) menggunakan parameter jumlah anakan relatif untuk evaluasi toleransi padi terhadap defisiensi P.

Sebaran Toleransi Genotipe

Terdapat perbedaan toleransi yang nyata di antara genotipe yang diuji terhadap defisiensi P yang tercermin dari nilai relatif bobot kering, jumlah anakan, dan tinggi tanaman. Namun, sebaran genotipe menurut tingkat toleransi menunjukkan pola yang berbeda berdasarkan peubah pertumbuhan yang diamati (Gambar 2).

Pada Gambar 2 terlihat bahwa sebaran genotipe menurut toleransi berdasarkan jumlah anakan lebih merata dibandingkan dengan dua peubah lainnya. Sebaran menurut bobot kering relatif lebih terpusat pada kelompok agak rentan, sedangkan sebaran menurut tinggi tanaman relatif sempit dan terpusat pada kelompok sangat toleran dan toleran. Sempitnya sebaran genotipe berdasarkan tinggi tanaman disebabkan oleh kurang sensitifnya peubah ini terhadap defisiensi P, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Koefisien ragam fenotipik dan genotipik (Tabel 2) juga menunjukkan nilai yang rendah untuk peubah tinggi tanaman dan nilai yang cukup tinggi untuk peubah jumlah anakan dan bobot ke-



Gambar 2. Sebaran 120 genotipe padi menurut tingkat toleransi terhadap defisiensi P pada tanah sawah berdasarkan nilai relatif bobot kering tajuk (A), jumlah anakan (B), dan tinggi tanaman (C). ST = sangat toleran: 80-100%, T = toleran: 60-80%, AP = agak rentan: 40-60%, P = rentan: 20-40%, SP = sangat rentan: 0-20%.

Tabel 2. Ragam dan koefisien ragam fenotipik dan genotipik toleran 120 genotipe padi terhadap P rendah di tanah sawah berdasarkan nilai relatif tiga peubah pertumbuhan.

Peubah	Ragam fenotipik	Ragam genotipik	Koef. ragam fenotipik (%)	Koef. ragam genotipik (%)	*H ² (%)
Tinggi tanaman	202,7	33,7	18,1	7,6	16,6
Jumlah anakan	1221,3	294,3	58,4	28,7	24,1
Bobot kering tajuk	921,3	138,3	58,4	22,6	15,0

*Heritabilitas dalam arti luas.

ring tajuk. Koefisien ragam genotipik yang tinggi pada toleransi berdasarkan jumlah anakan dan bobot kering tajuk relatif menunjukkan adanya peluang pemanfaatan plasma nutfah dalam perbaikan genetik tanaman padi yang toleransi terhadap P rendah di tanah sawah.

Semua genotipe sangat toleran berdasarkan bobot kering tajuk tergolong pada varietas lokal dan kerabat liar (Tabel 3). Hal ini diduga karena genotipe yang diuji merupakan hasil dari proses seleksi pada lingkungan tumbuh rendah P (Blum, 1988).

Umumnya petani yang menanam varietas lokal tidak menggunakan pupuk, terutama P. Toleransi kerabat liar terhadap hara rendah adalah hasil dari seleksi alami dari habitat asal genotipe tersebut. Kerabat liar tanaman merupakan sumber genetik yang potensial untuk meningkatkan toleransi terhadap hara rendah (Blum, 1988). Pada Tabel 4 terlihat adanya perbedaan strategi toleransi di antara kerabat liar, yakni dengan pertumbuhan lambat, baik dalam keadaan cukup maupun kurang P, seperti pada *Oryza glumaepatula* dan *O. nivara*, dan dengan pertumbuhan yang tinggi pada kedua kondisi P seperti pada *O. rufipogon*.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa varietas lokal (kecuali Siam Putih dan Siputih-1) lebih toleran dibandingkan dengan kerabat liar (*O. glumaepatula*, *O. rufipogon*, *O. nivara*). Hasil penelitian ini me-

nunjukkan bahwa varietas lokal sangat toleran lebih potensial digunakan dalam perbaikan toleransi terhadap P rendah, karena di samping lebih toleran, kemungkinan ditemuinya hambatan genetik dalam persilangan lebih kecil. Namun, karena varietas lokal umumnya memiliki sifat agronomis yang kurang menguntungkan, seperti umur panjang dan potensi hasil rendah, perlu diterapkan metode pemuliaan yang sesuai.

Jumlah genotipe yang tergolong sangat toleran berdasarkan kriteria jumlah anakan relatif lebih banyak dibandingkan dengan jumlah genotipe yang sangat toleran berdasarkan bobot kering tajuk relatif (Tabel 4).

Sebagaimana pada peubah bobot kering tajuk relatif, genotipe sangat toleran berdasarkan jumlah anakan juga lebih banyak berupa varietas lokal. Namun, terdapat perbedaan, yakni adanya empat genotipe varietas unggul (Indragiri, Batang Ombilin, Dendang, dan Ciujung) yang termasuk genotipe sangat toleran. Varietas-varietas ini dianjurkan untuk dikembangkan pada lahan sawah yang berpotensi defisien P, seperti tanah sawah marginal dan tanah sulfat masam (Balitpa, 2002). Dua di antara varietas ini juga tergolong toleran berdasarkan bobot kering tajuk relatif, sehingga untuk jangka pendek dapat dianjurkan untuk dikembangkan pada sawah rendah P.

Tabel 3. Bobot kering tajuk genotipe padi sangat toleran pada dua dosis pemupukan P di tanah sawah.

Genotipe	Bobot kering (g)		Nilai relatif (%) ^a
	0 ppm P	200 ppm	
Gaduh Ani-2	34,80	34,67	100*
Ketambar	33,20	38,27	98*
Kaciak-3	38,93*	40,36	97*
Padi Kuda	39,46*	45,53*	93*
Sirendah	37,23*	37,87	92*
Padi Pangeran	31,53	40,53	91*
Pulut Olau	18,90	25,27	90*
Cempo	31,73	43,43	89*
Seni Lembulut	51,10*	56,27*	85*
<i>Oryza glumaepatula</i> ^b	12,30	16,80	85*
<i>O. rufipogon</i> ^b	38,57*	46,07*	83*
Siam Putih	18,40	22,90	83*
<i>O. nivara</i> ^b	10,13	18,20	81*
Siputih-1	36,13	45,70*	80*
IR64 (varietas standar)	19,47	27,67	32
LSD 0,05	16,96	16,96	45

^aOP/+P x 100% ^bpadi liar *berbeda nyata dengan varietas standar (IR64).

Tabel 4. Jumlah anakan per tanaman genotipe padi sangat toleran berdasarkan jumlah anakan relatif pada dua dosis pemupukan P.

Genotipe	Jumlah anakan		Nilai relatif (%) ^a
	0 ppm P	200 ppm	
Cempo	19,33	16,00	120*
Ketumbar	22,67*	21,67	119*
Serendah	15,67	15,33	112*
Gadih Ani-2	9,33	9,33	105
Kaciak-3	15,00	14,67	104
Padi Kuda	21,00	20,33	103
Padi Pangeran	22,00	23,00	102
Sirandah Padang	21,00	20,33	98
Talum Undang	13,33	18,67	95
Rumbai	16,33	19,00	95
Halus	22,00	25,33	95
Baliman Butih	21,00	22,33	94
Cempaka	17,00	19,67	91
Senai Lembulut	20,67	25,67	89
Inderagiri	20,00	23,33	89
Ketalun Balo Putih	15,67	17,33	88
Randah Padang	18,00	20,00	87
Kaciak-3	14,33	16,67	87
Batang Ombilin	18,33	21,00	86
Siam Putih	8,67	11,00	86
Dendang	16,33	19,00	86
Kencana Baliman	22,33*	26,00	85
Ciujung	17,67	20,67	83
Melaut	12,67	19,00	82
<i>O. glumaepatula</i> ^b	9,00	11,00	82
Belang sawah	19,00	24,33	81
Siputiah-1	10,33	13,00	80
Si Aka	12,00	17,00	80
IR 64 (varietas standar)	18,00	27,67	62
LSD 0,05	4,07	4,07	49

^aOP/+P x 100% ^bpadi liar *berbeda nyata dengan varietas standar.

Peubah jumlah anakan relatif merupakan peubah yang dianjurkan IRRI (1996) untuk penapisan toleransi padi terhadap P rendah. Penggunaan peubah tersebut lebih praktis, mudah diterapkan untuk penapisan genotipe dalam jumlah banyak dan bersifat nondestruktif. Di samping itu, korelasi nilai toleransi berdasarkan peubah ini dengan nilai toleransi berdasarkan peubah bobot kering tajuk relatif tinggi ($r = 0,77^{**}$). Chaubey *et al.* (1994) mendapatkan korelasi positif yang erat antara jumlah anakan per rumpun tanaman padi dengan daya hasil, baik pada kondisi P cukup maupun defisien.

Korelasi Toleransi dengan Jumlah Anakan dan Tinggi Tanaman

Jumlah anakan adalah salah satu karakter tanaman padi yang mempengaruhi tingkat hasil

gabah, baik pada kondisi P tanah cukup maupun kurang (Gunawerdana, 1979). Pada percobaan ini terlihat korelasi yang sangat nyata dan cukup tinggi ($0,56^{**}$) antara toleransi genotipe berdasarkan bobot kering tajuk relatif dengan jumlah anakan per rumpun pada keadaan tanpa pupuk P (Gambar 3A). Berdasarkan hal ini diharapkan genotipe-genotipe toleran memiliki hasil gabah yang lebih tinggi pada kondisi kurang P dibandingkan dengan genotipe kurang toleran.

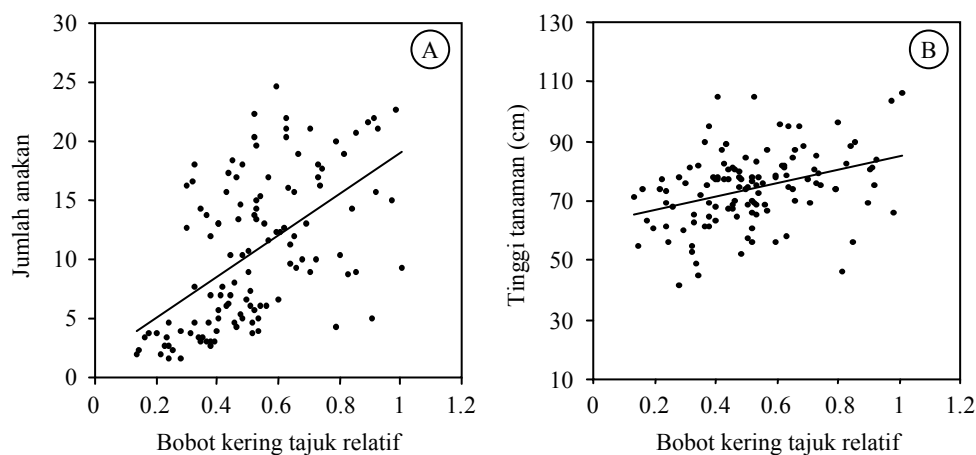
Berbeda dengan jumlah anakan, tinggi tanaman pada kondisi tanpa pupuk P menunjukkan korelasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tingkat toleransi berdasarkan bobot kering tajuk relatif ($r = 0,36$, Gambar 3B). Hal ini berarti bahwa toleransi genotipe tidak berhubungan dengan tinggi tanaman. Dari segi agronomis, hal ini menguntungkan

kan karena tanaman padi yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerebahan.

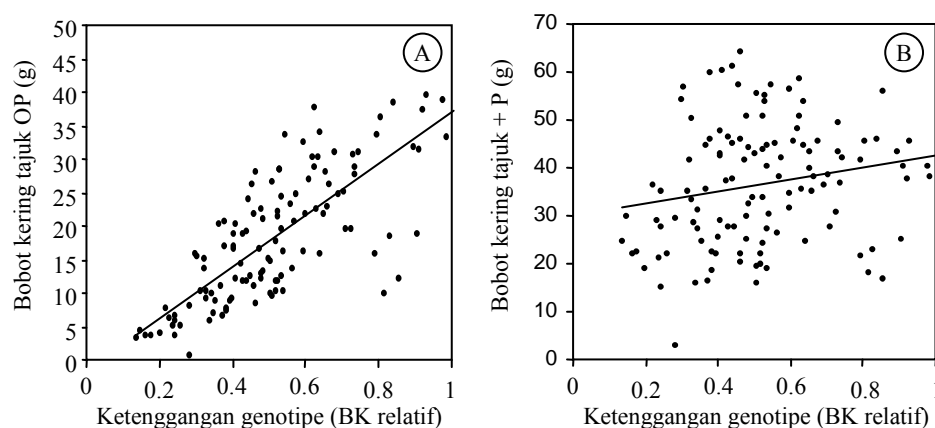
Efisiensi P Genotipe

Pada kondisi tanpa pupuk P, genotipe yang tergolong sangat toleran dan toleran berdasarkan bobot kering tajuk relatif memiliki bobot kering tajuk yang lebih tinggi (30,9 dan 26,5 g) dibandingkan dengan genotipe rentan dan sangat rentan (9,6 dan 3,7 g). Mengacu kepada definisi yang dikemukakan Saric (1983) genotipe-genotipe tersebut termasuk efisien. Tingkat toleransi berdasarkan bobot kering tajuk relatif menunjukkan korelasi positif sangat nyata ($r = 0,77^{***}$) dengan bobot kering tajuk pada kondisi tanpa pupuk P, dan korelasi tidak nyata ($r = 0,26$) dengan bobot kering tajuk dengan pupuk P (Gambar 4).

Berdasarkan definisi toleransi yang ditentukan oleh nilai relatif atau perbandingan bobot kering pada kondisi tanpa pupuk P dengan bobot kering pada kondisi dengan pupuk P, toleransi aksesori padi dapat disebabkan oleh tingginya bobot kering pada kondisi tanpa pupuk atau rendahnya bobot kering pada kondisi dengan pupuk. Analisis korelasi tersebut menunjukkan bahwa toleransi genotipe berkaitan erat dengan tingginya bobot kering pada kondisi tanpa pupuk. Tidak terlihatnya kaitan toleransi genotipe dengan bobot kering tajuk pada perlakuan pemupukan mengindikasikan adanya gen yang berhubungan dengan toleransi yang hanya terekspresi pada kondisi P rendah. Wu *et al.* (2003) melaporkan perubahan ekspresi genom *Arabidopsis* yang ditumbuhkan pada media kurang P.



Gambar 3. Korelasi bobot kering relatif 120 genotipe padi dengan jumlah anakan (A) dan tinggi tanaman (B) pada kondisi tanpa pupuk P.



Gambar 4. Korelasi tingkat toleransi genotipe padi terhadap P rendah berdasarkan bobot kering tajuk relatif dengan bobot kering tajuk pada kondisi tanpa pupuk P (A) dan dengan pupuk P (B) di tanah sawah.

Tabel 5. Bobot kering tajuk serta kadar P, serapan P tanaman, nisbah efisiensi P (NEP), dan efisiensi penggunaan P (EPP) genotipe padi pada perlakuan tanpa pupuk P (0P) di tanah sawah, 8 MST^a.

Genotipe	Bobot kering tajuk (g)			Kadar P (%)	Serapan P		
	0 ppm P	200 ppm P	(%)		(mg/tanaman)	NEP	EPP
R. Sumping (P)*	5,3	21,3	24,9	0,122	6,47	0,82	4,34
Uyun (R)	5,8	17,3	33,7	0,120	6,36	0,83	4,42
Sumping (R)	4,7	18,8	25,0	0,142	7,81	0,70	3,87
K. Belalang (SR)	4,0	21,5	18,6	0,133	5,72	0,75	3,23
Ogan Seni (SR)	2,6	26,4	10,0	0,120	3,36	0,83	2,33
Rataan (R-SR)	4,5	21,1	22,4	0,127	5,94	0,79	3,64
Siputiah-1 (T)	27,5	444,6	61,7	0,110	33,88	0,91	28,00
S. Lembulut (T)	32,2	53,7	60,0	0,083	25,55	1,20	41,45
Sibatung (ST)	39,0	37,7	103,5	0,097	37,83	1,03	40,21
Gadiah Ani-2(ST)	26,7	22,6	118,1	0,097	30,75	1,03	32,68
Cempo (ST)	27,5	24,6	111,8	0,084	34,19	1,19	48,45
Rataan (T-ST)	30,6	36,6	91,0	0,094	32,44	1,07	38,16

^aData dari satu ulangan, R = rentan, SR = sangat rentan, T = toleran, ST = sangat toleran, NEP = nisbah efisiensi P (g mg P⁻¹), EPP = efisiensi penggunaan P (g² mg P⁻¹).

Kadar, Serapan, dan Efisiensi Penggunaan P

Serapan P genotipe toleran dan sangat toleran pada kondisi tanpa pupuk P jauh lebih tinggi dibandingkan dengan serapan genotipe rentan dan sangat rentan (Tabel 5), hampir proporsional dengan perbedaan toleransi berdasarkan bobot kering tajuk relatif. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan penyerapan tanaman pada kondisi P rendah merupakan mekanisme yang menentukan toleransi pada P rendah di lapang. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wissuwa *et al.* (2005) yang mendapatkan bahwa toleransi genotipe padi varietas Kasalath didasari oleh kemampuan dalam mengekstrak P terfiksasi (*soil-bound* P). Mereka juga menemukan bahwa sifat toleran tersebut dikendalikan oleh satu lokus sifat kuantitatif utama (*Pup 1*) yang dapat diwariskan melalui persilangan. Mekanisme efisiensi internal yang ditunjukkan oleh nisbah efisiensi P (NEP) pada kondisi tanpa pupuk P juga berperan dalam toleransi terhadap defisiensi P, terlihat dari lebih tingginya nilai peubah ini pada genotipe toleran dan sangat toleran.

Efisiensi penggunaan P (EPP) genotipe toleran dan sangat toleran pada kondisi tanpa pupuk P juga jauh lebih tinggi dibandingkan dengan EPP genotipe rentan dan sangat rentan. Mengacu pada definisi yang dikemukakan Glass (1990), hal ini menunjukkan efisiensi eksternal dan internal yang lebih tinggi pada genotipe toleran dan sangat toleran.

Kadar P tajuk genotipe toleran lebih rendah dibandingkan dengan kadar P genotipe rentan, dan lebih rendah dari batas kritis defisiensi, yakni 0,1% (Doberman dan Fairhurst, 2000). Hal ini menunjukkan bahwa toleransi genotipe pada percobaan ini termasuk toleransi defisiensi hara dengan mekanisme efisiensi metabolik. Gerloff dan Gabelman *cit.* Blum (1988) menyatakan bahwa genotipe dengan produksi bahan kering yang tinggi pada kadar mineral jaringan yang rendah menunjukkan adanya efisiensi metabolis pada genotipe tersebut.

KESIMPULAN

1. Terdapat keragaman fenotipik dan genotipik toleransi plasma nutfah yang diuji terhadap P rendah di tanah sawah. Keragaman genotipik tertinggi terlihat berdasarkan peubah nilai relatif jumlah anakan (28,7%), disusul oleh bobot kering tajuk (22,6%), dan terendah pada tinggi tanaman (7,6%). Heritabilitas tertinggi dalam arti luas juga ditunjukkan oleh nilai relatif peubah jumlah anakan (24%), disusul tinggi tanaman (16%) dan bobot kering tajuk (15%).
2. Teridentifikasi 14 genotipe sangat toleran berdasarkan bobot kering tajuk relatif dan 28 genotipe berdasarkan jumlah anakan relatif. Genotipe tersebut dapat digunakan sebagai sumber toleransi terhadap P rendah dalam program perakitan varietas.

3. Toleransi genotipe terhadap P rendah di tanah sawah disebabkan oleh tingginya serapan P dan penggunaan internal pada kondisi P rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahloowalia, B.S., K.S. Kumarasinghe, B. Sigurbjoernsen, and M. Maluszynski. 1994. Genotype selection for improved phosphorus utilization. *In* Genetic Manipulation of Crop Plant to Enhance Intergrated Nutrient Management in Cropping System. 1. Phosphorus. ICRISAT. p. 49-54.
- Balai Penelitian Tanaman Padi. 2002. Deskripsi Varietas Unggul 1999-2002. Balitpa Sukamandi.
- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. Boca Raton, Florida. CRC Press. 223 p.
- Chaubey, C.N., D. Senadhira, and G.B. Gregorio. 1994. Genetic analysis for phosphorus deficiency in rice (*Oryza sativa* L.). TAG 89:313-317.
- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice, Nutrient Disorders and Nutrient Management. International Rice Research Institute and Potash & Phosphate Institute of Canada.
- Fageria, N.K., R.J. Wright, and V.C. Baligar. 1988. Rice cultivar evaluation for phosphorus efficiency. Plant Soil 111:105-109.
- Glass, D.M. 1990. Ion absorption and utilization: The cellular level. *In* Baligar, V.C. and R.R. Duncan (eds.) Crops as Enhancer of Nutrient Use. San Diego, CA. Academic Press. p. 3-35.
- Gunawerdana, I. 1979. Field screening for tolerance to iron toxicity and phosphorous deficiency. Int. Rice Res. Conf. IRRI, Los Banos, The Philippines.
- Hawkes, J.G. 1981. Germplasm collection, conservation, and use. *In* Frey, K.J. (ed.) Plant Breeding II. The Iowa State Univ. p. 57-70.
- Kasno, A., Sulaiman, dan Mulyadi. 1999. Pengaruh pemupukan dan pengairan terhadap Eh, pH, dan ketersediaan P, Fe, serta hasil padi pada sawah bukaan baru. Prosiding Pertemuan teknis Penelitian tanah dan Agrolkimat. Puslitbangtanak, Bogor.
- International Rice Research Institute. 1996. Standard Evaluation System for Rice. Manila, Philippines. International Rice Research Institute.
- Nurjaya, A. Supandi, S.M. Mursidi, Soepartini, dan D. Andi. 1993. Status hara P lahan sawah di Pulau Lombok. Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Ponnamperuma, F.N. 1981. Screening rice for tolerance to mineral stresses. *In* Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Dept Agr Cornell Univ, Ithaca NY. p. 341-353.
- Saric, M.R. 1883. Theoretical and practical approaches to the genetic specificity of mineral nutrition of plants. *In* Saric, M.R. and B.C. Loughman (eds.) Genetic Aspects of Plant Nutrition. Martinus Nijhoff/Dr. W Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster. p. 1-14.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers. New Delhi.
- Wijaya-Adhi dan Sudjadi. 1987. Status dan kelakuan fosfat pada tanah di Indonesia. Prosiding Lokakarya Nasional Penggunaan Pupuk P. Pusat Penelitian Tanah.
- Wissuwa, M., M. Gatdula, and A. Ismail. 2005. Candidate gene characterization at the *Pup 1* locus; a major QTL increasing tolerance of P deficiency. Rice is life; Scientific perspective for the 21st century, Proceedings of the World Rice Research Conference, Tsukuba 5-7 November 2004. IRRI and JIRCAS.
- Wu, P., L. Ma, X. Hou, M. Wang, Y. Wu, F. Liu, and X.W. Deng. 2003. Phosphate starvation triggers distinct alterations of genome expression in *Arabidopsis* roots and leaves. Plant Physiol. 132:1260-1271.